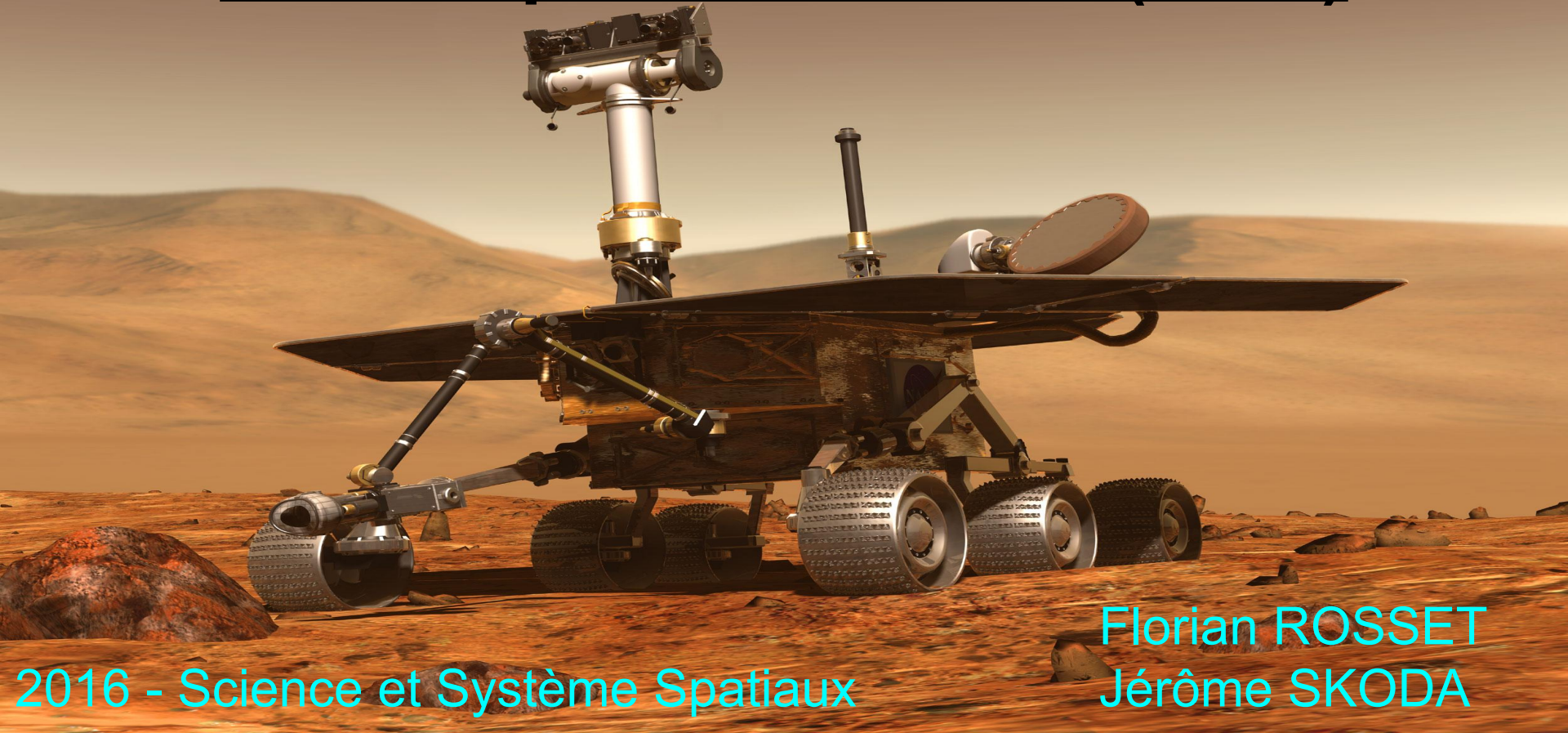


# Mars Exploration Rover (MER)



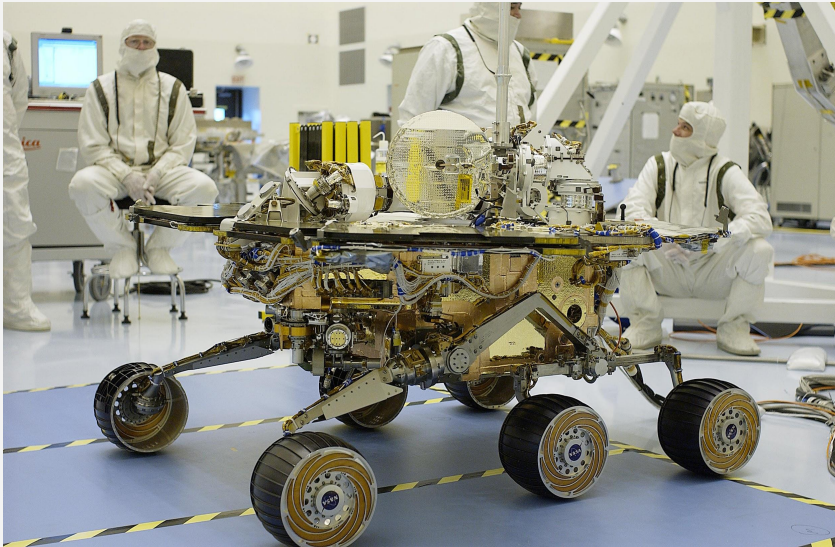
Florian ROSSET  
Jérôme SKODA

# Historique

- **1993: Échec de la mission Mars Observer**
  - Sonde la plus coûteuse lancée par la NASA
  - Stratégie « *faster, better, cheaper* »
- **1997: Mars Pathfinder**
  - Rover précurseur: Sojourner
  - Mission réussie
- **Fin 1999: Échec du programme Mars Surveyor '98:**
  - Perte de **Mars Climate Orbiter** pendant la manœuvre d'insertion en orbite martienne
  - Perte de **Mars Polar Lander** pendant la rentrée atmosphérique
  - Stratégie « *faster, better, cheaper* » remise en cause
  - Provoque l'annulation du projet **Mars Surveyor 2001**
- **Été 2003: Lancement de Mars Exploration Rover**
  - **Spirit**, lancé le 10/06/2003, atterrit le 03/01/2004
  - **Opportunity**, lancé le 08/07/2003, atterrit le 24/01/2004

## Deux Rovers:

- **Spirit**, lancé le 10/06/2003, atterrit le 03/01/2004
- **Opportunity**, lancé le 08/07/2003, atterrit le 24/01/2004



Une seule mission : étudier la géologie de la planète Mars et en particulier le rôle joué par l'eau dans l'histoire de la planète

Distance Terre/Mars : 56 à 400 millions de km

Coût : 850 millions de dollars

## Objectifs:

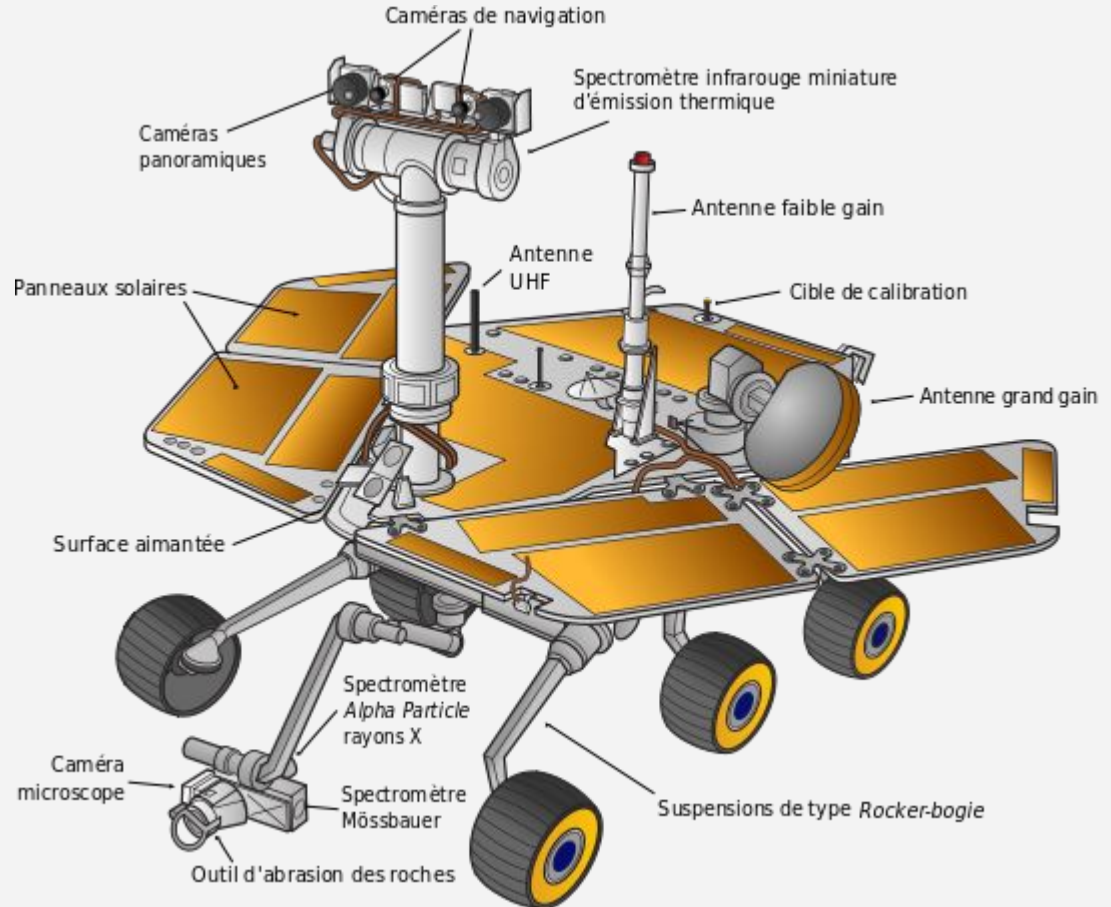
- Rechercher des roches et des sols témoins de l'action passée de l'eau
- Déterminer la distribution et la composition des minéraux du site d'atterrissage
- Rechercher des indices géologiques de la période où l'eau était présente sous forme liquide
- Déterminer les caractéristiques des minéraux et les processus qui les ont créés
- Déterminer les processus géologiques à l'origine de la formation des sols avoisinants
- Valider les données collectées par les sondes en orbite en les confrontants aux observations au sol






## → **Rover** : $m = 185\text{kg}$

- $h = 1.5\text{ m}$ ,  $l = 2.3\text{ m}$ ,  $L = 1.6\text{ m}$
- Dispose de ses propres systèmes de communication
- Systèmes de navigation capable de se déplacer de manière autonome
- 6 roues équipées d'un moteur individuel :  $v = 5\text{ cm/s}$
- Panneaux solaires :  $E = 1\text{ kWh}$
- Objectifs de fonctionnement : 90 jours / 600m



 **T-91 à 77 min.** : Modification de l'orientation pour préparer la rentrée atmosphérique

 **T-21 min.** : Largage de l'étage de croisière

 **T-6 min.** : Rentrée atmosphérique (altitude : 120 km)

**T-113 s.** : Ouverture du parachute (altitude 7,54 km, vitesse mach 1,8)

**T-93 s.** : Largage du bouclier thermique avant

**T-83 s.** : Séparation atterrisseur

**T-35 s.** : Activation du radar altimètre (altitude 2,4 km)

**T-30 à 22 s.** : Prises de photo du terrain (altitude : 2 - 1,7 - 1,4 km)

**T-8 s.** : Déploiement des airbags (altitude 284 m.)

**T-6 s.** : Mise à feu des fusées d'atterrissage  
(altit. 184 m, vitesse 82 km/h)

**T-3 s.** : Bride de retenue de l'atterrisseur coupée  
(altitude 8,5 m.)

Rebonds

Airbags  
dégonflés des pétales de l'atterrisseur

**T+66 min.** : Rétractation  
des airbags

Immobilisation

Lanceur : Delta II à 3 étages

Trajet Terre/Mars : distance  
parcourue : 500 millions de km /  
environ 6 mois

Orbite de transfert de Hohmann

4 méthodes de freinage utilisées  
successivement:

- force de traînée
- déploiement du parachute
- utilisation de fusées
- utilisation d'airbags

## Les Rovers sur le sol martien :

- **Spirit** : atterrissage dans le cratère de Gusev

*Collines Columbia (2004-2006)* : trouve des traces d'eau sous forme liquide

*Home Plate (2006-2008)* : roue avant droite bloquée, découverte d'un sol composé de 90% de silice, présomption de la présence d'un milieu aqueux favorable à la vie

*Décembre 2008* : Spirit s'enlise dans une couche de sable et s'immobilise 2 ans. Utilisé comme station de mesure fixe

*25 Mai 2011* : après de nombreuses tentatives et plusieurs hivers martiens, la NASA met fin à ses essais de contact avec le Rover. A parcouru 7730.5 m et duré 7 ans et 5 mois







- **Opportunity** : atterrissage sur Meridiani Planum. Présence d'hématite grise. Divers prélèvements mettent au jour sa formation en présence d'eau liquide

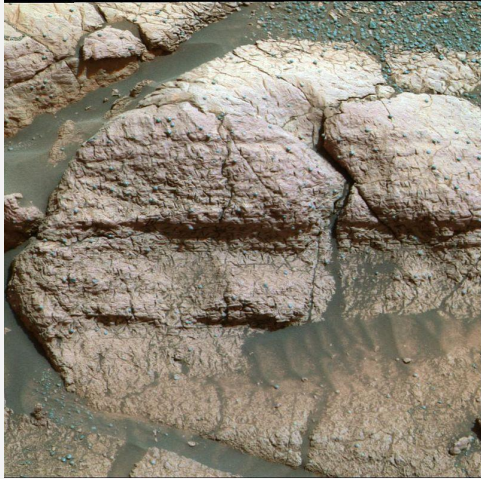
*Cratère Endurance (2004)* : 180 jours sur place. A permis de mettre en évidence le rôle de l'eau lors de la formation des roches prélevées sur le site

*Cratère Victoria (2005-2006)* : découverte de la première météorite sur une autre planète. Bras articulé endommagé

*Cratère Endeavour (2011 à aujourd'hui)* : distant de 12 km du cratère Victoria, 3 ans pour y parvenir. Détection des dépôts d'argile qui laisse penser que l'eau coulait à l'air libre il y a très longtemps.

Rover toujours actif aujourd'hui, a parcouru plus d'une quarantaine de km depuis plus de 12 ans ...

## Résultats scientifiques :



- Spirit : aucune preuve évidente de présence d'eau n'a été trouvée
- Opportunity : découverte de minéraux probablement créés par l'eau (hématite grise) et des indices de sédiments laissés par des plans d'eau
- Cristaux de gypse pourraient être formés par évaporation en bordure d'un lac salé ou d'une mer

Observations météorologiques : vapeur d'eau contenue dans l'atmosphère martienne conduit à la formation de cirrus observés par les Rovers

